



ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

Физика-техникалық факультеті

Плазма физикасы, нанотехнология және компьютерлік физика кафедрасы



ЭЛЕКТР ЖӘНЕ МАГНЕТИЗМ

Дәріс 6.

Сұйықтықтар мен газдардағы ток. Электролиз.

Фарадей заңы. Газдық разряд түрлері.

қауымдастырылған профессор: Туреханова К.М.

e-mail: turekhanova.kunduz@kaznu.kz



Дәріс мақсаты: Өртүрлі ортадағы (сұйықтықтар мен газдардағы) электр тогының табиғатын түсіндіру, электролиз құбылысын, Фарадей заңдарын, газдық разряд түрлерін және плазма туралы бастапқы ұғымдарды қалыптастыру.

Қарастырылатын мәселелер: Сұйық электролиттердегі токтың табиғаты: иондарға диссоциация, иондардың қозғалысы, температураның электрөткізгіштікке әсері. Газдардағы электр тогы: иондалу және рекомбинация процестері.

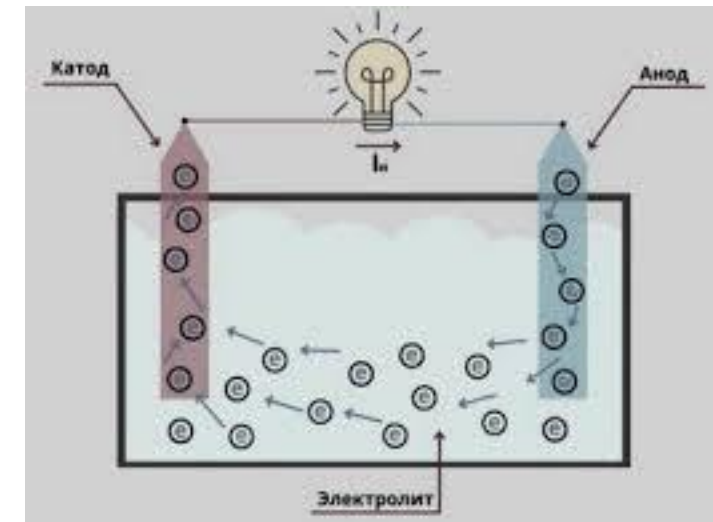
Электр тогы – заряд тасымалдаушылардың бағытталған қозғалысы. Сұйықтықтарда ток негізінен **иондар** арқылы тасымалданады.

Электролит – суда ерігенде немесе балқығанда иондарға ыдырап, электр тогын өткізетін заттар (қышқылдар, сілтілер, тұздар ерітінділері).

Электролит ерітіндісіне кернеу түсіргенде ерітіндіде бар оң және теріс иондар өріс әсерінен бағытталған қозғалыс жасайды:

- Оң иондар (катиондар) – **катодқа** (теріс электродқа) қарай қозғалады.
- Теріс иондар (аниондар) – **анодқа** (оң электродқа) қарай қозғалады.

Осы иондардың бағытталған қозғалысы **электролиттік ток** деп аталады.



Электrolиттік диссоциация – молекулалардың ерітіндіде иондарға ыдырау процесі. Мысалы:



Электrolиттік өткізгіштіктің ерекшеліктері:

- Ток тасымалдаушылар – **иондар** (массаға ие, салыстырмалы ауыр бөлшектер).
- Токтың өтуі химиялық өзгерістермен (электролиз) қабаттасады.
- Температура артқанда диссоциация дәрежесі өседі, иондар қозғалғыштығы артады → өткізгіштік өседі.



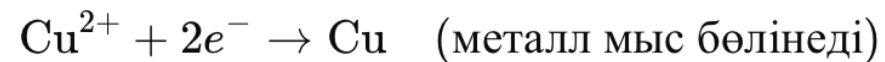
Электролиз – электр тогы өткенде электролит ерітіндісінде не балқымасында электродтар бетінде жүретін тотығу-тотықсыздану реакциялары (заттың бөлінуі, еруі, т.б.).

Электролиз кезінде:

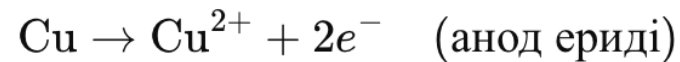
- **Катодта** (теріс электрод): катиондар электрондар қабылдап, бейтарап атомдар немесе молекулалар түрінде бөлінеді (тотықсыздану).
- **Анодта** (оң электрод): аниондар электрон беріп, бейтарап атомдар немесе газдар түрінде бөлінеді (тотығу).

Мысал ретінде мыс сульфаты ерітіндісіндегі (CuSO_4) электролиз:

- Ерітіндіде: Cu^{2+} , SO_4^{2-} иондары болады.
- Катодта:



- Анодта (мыс анод):



Электролиздің маңызды қолданылуы:

- Металдарды қаптау (гальваностегия, гальванопластика).
- Металдарды тазарту (электролиттік тазарту – мыс, алюминий).
- Химиялық заттар алу (сутек, хлор, натрий гидроксиді, т.б.).

Электролиз кезінде электродта бөлініп шығатын заттың массасы ток күші мен электролиз уақытына байланысты. Бұл тәуелділікті **Фарадей заңдары** сипаттайды.

1-Фарадей заңы

Электродта бөлініп шыққан (немесе еріген) заттың массасы **тізбек арқылы өткен электр мөлшеріне (зарядқа)** тура пропорционал:

$$m = kQ = kIt$$

мұндағы:

- m – бөлінген (немесе еріген) зат массасы,
- $Q = It$ – өткен электр заряды,
- k – электролиздің **электрохимиялық эквиваленті**, заттың табиғатына байланысты тұрақты (кг/Кл немесе г/Кл).

2-Фарадей заңы

Әртүрлі заттар үшін **бірдей заряд** өткенде бөлінетін массалар олардың **эквиваленттік массаларына** пропорционал:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{M_1/z_1}{M_2/z_2}$$

мұндағы:

- M – заттың молярлық массасы,
- z – ион зарядының валенттілігі (электрон саны).

Жалпы форма:

$$m = \frac{Q}{F} \cdot \frac{M}{z}$$

мұндағы F – **Фарадей тұрақтысы**:

$$F \approx 9,65 \times 10^4 \text{ Кл/моль}$$

Идеалды жағдайда (таза газ, жоғары вакуумға жақын, қалыпты температурада) газдар электр тогын өткізбейді, себебі еркін заряд тасымалдаушылар жоқтың қасы.

Газдың өткізгіш болуы үшін **ионизация** қажет – молекуладан (немесе атомнан) бір немесе бірнеше электронның үзілуі:



Ионизацияның негізгі жолдары:

- **Соқтығыстық ионизация** (жылдам электрондар, иондар әсерінен).
- **Жылулық ионизация** (жоғары температурада).
- **Фото-ионизация** (жоғары энергиялы фотондар әсерінен).
- **Рентген және радиоактивтік сәулелену арқылы ионизация.**

Газ иондалған кезде:

- Оң иондар – катодқа қарай;
- Электрондар – анодқа қарай қозғалады.

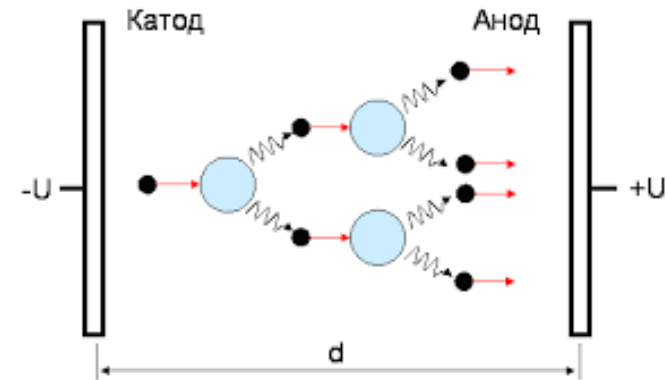
Газдық разряд – газдағы **өзін-өзі ұстайтын электр тогы**, ол әдетте газдың жарқырауымен бірге жүреді. Негізгі түрлері:

1) Ұшқынды разряд (искровой разряд)

- Жоғары кернеуде және салыстырмалы қысқа уақыт аралығында (микросекунд, миллисекунд) байқалады.
- Күшті электр өрісі газды тез ионизациялап, **өткір жарқыл**, дыбыс (шықырлау) пайда болады.
- Табиғи мысал: **найзағай** (атмосфералық ұшқын разряды).
- Техникалық қолданылуы: тұтандырғыш шамдар (автокөліктерде), импульстік разряд генераторлары.

2) Тлікті (жарқыраған) разряд (тлікті/светящийся разряд)

- Орташа қысымда, жоғары кернеуде, ток күшінің шектеулі мәндерінде байқалады.
- Газ жұқа түтіктің ішіне алынып, екі электрод арасында разряд болғанда, газ көлемінде түрлі-түсті **жарқырау** көрінеді (неон шамдары, люминесцентті шамдар).
- Осы негізде **газразрядты шамдар, неонды жарнамалар, индикаторлар** жұмыс істейді.



3) Доғалық разряд

- Газда **үлкен ток** өткенде пайда болады (ондаған, жүздеген ампер).
- Температура өте жоғары, плазма түзіледі, жарқырауы өте күшті, газдың кедергісі күрт төмендейді.
- Қолданылуы: **доғалық пісіру (сварка)**, металл кесу, доғалық пештер, прожекторлар.

4) Тәждік разряд (коронный разряд)

- Жоғары кернеу түскен, ұшы сүйір өткізгіштің айналасында (сым, ине) көрінетін әлсіз көгілдір жарқырау.
- Өріс ең үлкен аймақта (өткір ұштар, сымдар маңында) газ иондалып, шашыраңқы разряд түзіледі.
- Қолданылуы: жоғары кернеулі желілерде ионизация процесін зерттеу, электрофилтрлерде шаң-тозаң ұстау, т.б.

5) Төмен және жоғары қысымды разряд

- **Төмен қысымда** (вакуумға жақын) разряд өз ерекшеліктері бар катодтық және анодтық таңбалы аймақтармен сипатталады (Крукс түтіктері, катод сәулелері).
- **Жоғары қысымда** разрядтың сипаты өзгереді, доғалық разряд тұрақты күйге ауыса алады.

Газдық разрядтың сипаттамасы **вольт-амперлік сипаттамамен (ВАХ)**, разрядтық кернеудің, токтың және газ параметрлерінің (қысым, температура, электрод арақашықтығы) байланысымен анықталады.

Бақылау сұрақтары:

1. Сұйықтықтар мен газдардағы электр токтарының табиғаттары қандай?
2. Электролиз құбылысын түсіндіріңіз.
3. Заттың қандай күйін плазма деп атаймыз?
4. Газдық разрядтың қандай түрлерін білесіз?

Пайдаланылған әдебиеттер:

1. Бәйімбетов Ф.Б., Рамазанов Т.С. Электр және магнетизм. – Алматы: Қазақ университеті, 2011. – 199 б.
2. Бәйімбетов Ф.Б., Аймауытов Д., Құрманбеков А. Физика есептері (Электр және магнетизм). – Алматы: Қазақ университеті, 2005. – 216 б.
3. Архипов Ю.В. Краткий конспект лекций по курсу "Электричество и магнетизм" : учеб.-методическое пособие КазНУ 2009
4. Габдуллина Г.Л., Қисан А., Абыканова Б.Т. Электр және магнетизм курсы бойынша қысқаша дәрістер мен есептер жинағы : оқу-әдістемелік құрал, Әл-Фараби атын. ҚазҰУ. - Алматы : Қазақ ун-ті, 2017. - 161 б.
5. Туреханова К.М. Электр және магнетизм курсы бойынша есептер жинағы/ Оқу құралы, әл-Фараби атын. ҚазҰУ. - Алматы : Қазақ ун-ті, 2017. – 191 б.
6. Raymond A. Serway, John W. Jewett, Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics 9th ed. – Cengage Learning, 2014. – 1622 p.